

PAT-NO: JP02001250207A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001250207 A

TITLE: MAGNETIC HEAD

PUBN-DATE: September 14, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MIZOO, YOSHIKI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000058434

APPL-DATE: March 3, 2000

INT-CL (IPC): G11B005/39, H01F010/06 , H01F010/08 , H01L043/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent electrostatic breakdown by the static electricity of a thin film magnetic head and the magnetic breakdown of a GMR element by the electromagnetic field induced by the instantaneous larger electric current flowing at the time of the electrostatic breakdown.

SOLUTION: In the GMR head which has the GMR element disposed between the lower magnetic shielding and the top magnetic shielding, and a pair of lead parts for making flow the sense electric connected to the both ends of the GMR element, a resistance element having a resistance value of $10\text{ M}\Omega$; $\geq 1\text{ G}\Omega$; is connected between the top and lower magnetic shieldings, or between one side of the pair of lead parts connected to the both ends of the GMR element and at least either of the two magnetic shieldings, so that when the static electricity is charged to the top and lower magnetic shieldings or the GMR element, the static electricity is discharged through the resistance element, then the half-life period of the potential difference between both becomes ≥ 1 second.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-250207

(P2001-250207A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 1 1 B 5/39		G 1 1 B 5/39	5 D 0 3 4
H 0 1 F 10/06		H 0 1 F 10/06	5 E 0 4 9
	10/08		
H 0 1 L 43/08		H 0 1 L 43/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-58434(P2000-58434)

(22) 出願日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 溝尾 嘉章

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 5D034 BA08 BA15 BA16 BB08 BB12
CA07

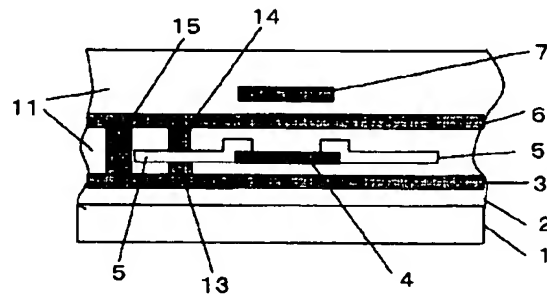
5E049 AA07 AA10 AB03 BA12 DB02

(54) 【発明の名称】 磁気ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 薄膜磁気ヘッドの静電気による静電破壊、および静電破壊時に流れる瞬時的な大電流が誘起する電磁界によるGMR素子の磁気的な破壊を防止する。

【解決手段】 下部磁気シールドと上部磁気シールド間に配されたGMR素子と、前記GMR素子の両端に接続されたセンス電流を流すための一対のリード部を有するGMRヘッドにおいて、前記上下2つの磁気シールド間、あるいはGMR素子の両端に接続された一対のリード部の一方と前記2つの磁気シールドの少なくとも一方との間に、10MΩ以上で1GΩ以下の抵抗値を有する抵抗素子を接続することにより、前記上下磁気シールドあるいはGMR素子に静電気が帯電したとき、前記抵抗素子を通して静電気が放電され、かつ両者間の電位差の半減期を1秒以上にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に接続されたセンス電流を流すためのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に絶縁層を介して配置された上部磁気シールド層及び下部磁気シールド層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記上部磁気シールド層と下部磁気シールド層との間に抵抗素子を接続し、2つのシールド間の電位差の減衰半減期が1秒以上であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項2】 磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に接続されたセンス電流を流すためのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に絶縁層を介して配置された上部磁気シールド層及び下部磁気シールド層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁気抵抗効果素子の両端部に設けたリード部の一方と下部磁気シールドまたは上部磁気シールドの少なくとも一方との間に抵抗素子を接続し、その間の電位差の解消半減期が1秒以上であることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項3】 磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に接続されたセンス電流を流すためのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に絶縁層を介して配置された上部磁気シールド層及び下部磁気シールド層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記下部磁気シールドと上部磁気シールドの間に電気抵抗が10MΩ以上で、かつ1GΩ以下の抵抗素子を接続することを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項4】 磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に接続されたセンス電流を流すためのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に絶縁層を介して配置された上部磁気シールド層及び下部磁気シールド層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁気抵抗効果素子の両端部に設けたリード部と下部磁気シールドまたは上部磁気シールドの少なくとも一方との間に電気抵抗が10MΩ以上1GΩ以下の抵抗素子を接続することを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項5】 磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に接続されたセンス電流を流すためのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に絶縁層を介して配置された上部磁気シールド層及び下部磁気シールド層とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、下部磁気シールドと上部磁気シールドの間に電気抵抗が10MΩ以上1GΩ以下の抵抗素子が接続され、かつ、前記磁気抵抗効果素子のリード部と下部磁気シールドあるいは上部磁気シールドの少なくとも一方との間に電気抵抗が10MΩ以上1GΩ以下の抵抗素子が接続されることを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項6】 磁気抵抗効果素子と、前記磁気抵抗効果素子の両端部に接続されたセンス電流を流すためのリード部と、前記磁気抵抗効果素子の上下に絶縁層を介して配置された上部磁気シールド層及び下部磁気シールド層

とを有する薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁気抵抗効果素子の両端部に設けたリード部と下部磁気シールド、上部磁気シールドの少なくとも一方との間に電気抵抗が10MΩ以上1GΩ以下の抵抗素子を接続し、前記上下2つの磁気シールド間を電氣的に短絡することを特徴とする磁気ヘッド。

【請求項7】 抵抗素子がDLC（ダイヤモンドライクカーボン）で構成されることを特徴とする請求項1から6に記載の磁気ヘッド。

【請求項8】 抵抗素子を構成する材料がフェライトまたはグラニュー型磁性材料であることを特徴とする請求項1から6に記載の磁気ヘッド。

【請求項9】 抗材素子を構成する材料がSiO等の半導体材料であることを特徴とする請求項1から6に記載の磁気ヘッド。

【請求項10】 抵抗素子を構成する材料がNiOであることを特徴とする請求項1から6に記載の磁気ヘッド。

【請求項11】 抵抗素子を構成する材料がTTFT-CNQ電荷移動錯体等の有機材料であることを特徴とする請求項1から6に記載の磁気ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置等の磁気記録再生装置に用いられる磁気抵抗効果型磁気ヘッド(以下GMRヘッドと略す)に関する。

【0002】

【従来の技術】近年大容量ハードディスクには高密度記録再生特性に優れたGMRヘッドが使用されている。GMRヘッドの一般的な構成は図5に示されるように、基板41上に絶縁層42を介して配される下部磁気シールド43と記録ヘッドの下部磁気コアを兼ねた上部磁気シールド46に挟持される位置に、GMR素子44と前記GMR素子44の両端に接続されたセンス電流を流すための一対のリード部45が配され、さらにその上部に絶縁層50を介して下部磁気コア46、上部磁気コア47、巻線48からなる記録ヘッドが形成された構成をとる。また、記録媒体との摺動面(ABS面)40には耐摩耗性に優れた炭素系保護膜(DLC保護膜)49が形成される。なお、図5では上部磁気シールドと記録ヘッドの下部磁気コアが共通になった構成をとるが、それぞれが独立した構成のGMRヘッドも知られている。GMR素子4の構成例を図6に示す。Al₂O₃等の基板71にTa等の下地層72、PtMn等の反強磁性層73、CoFeあるいはNiFe等の強磁性層74、Cu等の非磁性スペーサ層75、CoFe強磁性層76、NiFe強磁性層77、Ta等のギャップ層などの厚みが数nmという薄膜を複数層連続して成膜することにより形成されている。PtMn反強磁性層73と隣接しているCoFe強磁性層74とは直接交換結合しているため、Co

Fe強磁性層73の磁化は数100エールステッド以上のピン止め磁界で所定の方向に固定されている。一方Cu非磁性スペーサー層75を介して形成されるCoFe強磁性層76とNiFe強磁性層77の磁化は外部磁界に対して比較的自由に回転できる。そのため前者の強磁性層は磁化固定層(ピンド層)、後者の2層の強磁性層76, 77は磁化自由層(フリー層)79と呼ばれる。記録媒体との摺動面(ABS面)40には前記GMR素子44、上下の磁気シールド43, 46、磁気コア47等の金属材料が露出しており、これら金属材料の酸化腐食の防止やABS面の摩耗対策のため、炭素系材料からなる保護膜(DLC保護膜)49が形成されている。このような各種薄膜を積層した構成よりなる磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、製造過程あるいは実使用時に前記薄膜のいずれかに静電気が帯電し、周囲の薄膜を通して静電気が瞬時的に放電されるいわゆる静電破壊が問題になっている。静電破壊が生じたとき瞬時的に流れる電流の波形としては図7に示すような一方向にながれる場合と、図8にその電流波形を示すような高周波の減衰振動電流になる場合がある。静電破壊時に発生する上記図7に示す波形の電流により、GMR素子等の薄膜が溶融したり薄膜間の絶縁が破壊される等、磁気ヘッドが機械的に損傷される通常静電破壊(ESD)と呼ばれる損傷と、上記図7及び図8に示す波形の電流により誘起される電磁界により例えばピンド層の磁氣的配向方向が乱される等の、GMR素子が磁氣的に損傷されるソフトESDと呼ばれる損傷が生じる。特に図8に示すような高周波磁界によるものを電磁誘導静電破壊(EMI-ESD)とも呼ぶ。特開平7-73419号公報には前記磁気シールドや磁気コアに静電気が過剰に帯電し、静電気放電によりGMR素子が瞬時に溶融するという、いわゆる静電破壊を防止するため、図9に示す構成が提案されている。図9ではGMR素子44にセンス電流を流すために接続されたリード部45と下部磁気シールド43、あるいは上部磁気シールド51、あるいは下部磁気コア52とを電氣的に接続するための接触部53, 54, 55を設けることにより両者を等電位に保つものである。これにより上下磁気シールド層43, 51あるいは下部磁気コア52に静電気が帯電してもGMR素子44等の静電破壊を防止している。また、ABS面とは反対側に位置する面56に前記磁気コア52、磁気シールド43, 51のうちいずれか一つを露出させ、所定の抵抗値を有するコーティング膜57により基板41と電氣的に導通する構成も示されている。これにより下部磁気シールド層43、上部磁気シールド51、あるいは下部磁気コア52に帯電した静電気を、コーティング膜57を通して基板41に漏洩させることにより、GMR素子44等の静電破壊を防止している。しかしながらこれらの方法ではGMR素子44等の静電破壊は防止されるものの、静電気が接触部53, 54, 55あるいはコーティング膜5

7をとうして急激に流れることにより生じる電磁界によりGMR素子44が磁氣的に損傷されることを防止することはできない。また、磁気シールドとリード部の間に所定のコンデンサや電気抵抗を設けることにより、突発的に帯電した静電気をコンデンサに蓄電したり、電気抵抗を通して分流する方法も特開平9-44820号公報で提案されている。図10は前記特開平9-44820号公報で提案されている薄膜磁気ヘッドを、ABS面から見た要部を示すもので、下部磁気シールド60と上部磁気シールド61の間に磁気抵抗効果素子62が配され、前記磁気抵抗効果素子62の両端部にセンス電流を流すためのリード63, 64が電氣的に接続されている。このような構成のもとに下部磁気シールド60あるいは上部磁気シールド61と片方のリード64との間に所定の容量を有するコンデンサ66、あるいは所定の抵抗値を有する電気抵抗素子65を接続するもので、コンデンサ66の容量として10pF~10μF、電気抵抗素子65の抵抗値を前記磁気抵抗効果素子62の抵抗値の5倍~100倍に設定している。このような構成により、磁気シールド60あるいは62に突発的に静電気が帯電し、磁気抵抗効果素子62に大きな電流が流れて磁気抵抗効果素子62が破壊されることを防止している。しかしながらこの従来例でも静電気の帯電により生じる突発的な大電流により誘起される電磁界により、磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されることを防止することの考慮はなされていない。また特開平10-247307号公報でも同様に下部磁気シールドあるいは上部磁気シールドとリード部を抵抗素子で接続し、抵抗素子の抵抗値を磁気抵抗効果素子の抵抗値の100倍以上にし、上限を数MΩ以下にすることが提案されている。本従来例では磁気抵抗効果素子の抵抗値は20~40Ωとされているので、静電破壊による磁気抵抗効果素子の損傷を防止するために、下部磁気シールドあるいは上部磁気シールドとリード部との間に接続する抵抗素子の抵抗値は1kΩ~数MΩである。しかし本従来例は静電気の帯電により生じる静電破壊を防止することが目的であり、静電気の帯電により発生する突発的な大電流により誘起される電磁界により、磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されることに対する対策についての記載はない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】強磁性材料、反強磁性材料、非磁性導電材料等の、厚みが数ナノメートルという複数の薄膜を積層して形成されるGMR素子等を用いた薄膜磁気ヘッドにおいて、製造時あるいはハードディスク上での使用時に、静電気の帯電により発生する静電破壊により磁気抵抗効果素子が損傷するという課題に加えて、突発的な大電流により誘起される電磁界により、例えば図6の構成よりなるGMR素子の反強磁性膜73の着磁方向を乱したり、磁化固定層であるCoFe層74の磁化方向が、所定の方向からずれてしまうといった

磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されるという課題がある。本発明は薄膜磁気ヘッドにおいて、その製造時あるいは使用時に静電気の帯電により発生する絶縁破壊を防止するとともに、静電破壊時に生じる突発的な大電流により、磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されることを防止する薄膜磁気ヘッドを提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、図5に示す構成よりなる磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、前記上部磁気シールド層と下部磁気シールド層とを一定の抵抗値を有する抵抗素子で接続し、2つの磁気シールド間の電位差の半減期が1秒以上にするものである。上記方法によれば、前記磁気シールド層の一方に静電気が帯電しても、両者間に接続された抵抗素子を通して他方の磁気シールド層へ静電気が放電され、磁気抵抗効果素子の絶縁破壊が防止され、かつその時の放電半減期が1秒以上の長い値に設定されているため、放電により発生する電流が誘起する磁界も小さな値となり、放電エネルギーは大部分が緩やかな熱エネルギーに変換される。したがって従来のこの種薄膜磁気ヘッドで問題になっている静電気の帯電により瞬時的に流れる大電流が誘起する磁界により、磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されるという課題を解決するものである。さらに本発明の請求項2に記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、前記構成よりなる薄膜磁気ヘッドにおいて、前記磁気抵抗効果素子の両端部に設けたリード部の一方と、前記上部磁気シールドまたは下部磁気シールドの少なくとも一方との間に一定の抵抗値を有する抵抗素子を接続し、その間の電位差の半減期を1秒以上にするものである。この方法により、前記磁気抵抗効果素子あるいは磁気シールドの一方に静電気が帯電しても、両者間に接続された抵抗素子を通して静電気が放電され、磁気抵抗効果素子が絶縁破壊により破壊されることを防止できる。例えば第2の発明の例で、磁気抵抗効果素子に接続された一方のリード部と、上部シールドおよび下部シールドとの間に10MΩの抵抗素子を接続した場合の等価回路は図4のようになる。リード部と磁気シールド間の浮遊容量はそれぞれ0.1μF程度であり、また下部磁気シールドと基板間の絶縁抵抗および浮遊容量はそれぞれ100GΩおよび0.1μF程度である。このような構成のもとでリード部に静電気が帯電したと仮定すると、静電気は抵抗素子を通り上部磁気シールドおよび下部磁気シールドに向かい放電されるが、そのときの半減期τはおよそτ=抵抗値×コンデンサ容量で推測される。したがって上記の例では半減期τは $\tau = 10^7 \times 10^{-7} = 1$ で1秒となる。このように抵抗素子の抵抗値を10M以上にすれば静電気が帯電しても1秒以上の半減期をもって静電気が放電され、磁気抵抗効果素子の静電破壊を防止でき、その時の放電半減期が1秒以上の長い値に設定

されるため、放電により発生する電流が誘起する磁界も小さな値となり、従来のこの種薄膜磁気ヘッドで問題になっている磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されるという課題を解決するものである。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明の具体的な実施の形態について図1以下を用いて説明する。

（実施例1）図1は本発明の第1の実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッドの要部を示す断面図である。この磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構造は次の通りである。A1₂O₃およびTiCを主成分とする基板1上に、A1₂O₃、AlN等の絶縁層2を介して配されるFeNi等で構成される下部磁気シールド3と、FeNi等で構成される記録ヘッドの下部磁気コアを兼ねた上部磁気シールド6に挟持される位置に、磁気抵抗効果素子4と前記磁気抵抗効果素子4の両端に接続されたセンス電流を流すためのCu、Cr、Ti、Rh、Ru等の導電材料で構成される一対のリード部5により再生ヘッドが構成される。さらにその上部に下部磁気コア6、上部磁気コア7、巻線8からなる記録ヘッドが形成されている。これらの磁性材料や導電材料で構成される各部の間にはA1₂O₃、AlN、ハードベークレジスト等からなる絶縁材11が充填されている。また、ABS面9の表面にはDLC保護膜9が形成される。前記構成よりなる薄膜磁気ヘッドにおいて、本発明の請求項1および3では、前記下部磁気シールド層3と上部磁気シールド層6の間に電気抵抗が10MΩ以上で、かつ1GΩ以下の抵抗素子12を接続するものである。抵抗素子12としては、DLC膜以外に磁性を持つMnZn系フェライト、NiZn等のフェライトスパッタ膜を用いても良い。また高抵抗の磁性金属膜をSi等で絶縁したグラニュー型磁性材料スパッタ膜を用いても良い。半導体材料として知られているSiO₂、NiO等をスパッタ、蒸着しても良い。有機系材料としてポリピロールをスパッタまたは溶液から析出させても良い。また電荷移動錯体をスパッタまたは溶液から析出させても良い。電荷移動錯体としてはTTF/TCNQ (Tetrathiafulvalen-Tetracyanquinodimethylmethane)、TSF/TCNQ (Tetraselenafulvalen-Tetracyanquinodimethylmethane)、TMTTF/TCNQ (Tetramethyltetrathiafulvalen-Tetracyanquinodimethylmethane)、HMTTF/TCNQ (Hexamethylenetetrathiafulvalen-Tetracyanquinodimethylmethane)等が知られ、これらの薄膜の垂直方向は高抵抗になっている。

【0006】これらの方法により前記磁気シールド層の一方に静電気が帯電しても、両者間に接続された抵抗素子を通して静電気は放電され、抵抗素子12の抵抗値が充分大きい放電半減期は1秒以上になり、したがって放電電流の大きさを抑えることができ、従来のこの種薄膜磁気ヘッドで問題になっている磁気抵抗効果素子が磁氣的に破壊されるという課題を解決するものである。

(実施例2) 図2は本発明の第2の実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッドをABS面から見た要部正面図である。Al₂O₃およびTiCを主成分とする基板1上に、Al₂O₃等の絶縁層2を介して配されるFeNi等で構成される下部磁気シールド3と、FeNi等で構成される記録ヘッドの下部磁気コアを兼ねた上部磁気シールド6に挟持される位置に、磁気抵抗効果素子4と前記磁気抵抗効果素子4の両端に接続されたセンス電流を流すためのCu等の導電材料で構成される一対のリード部5により再生ヘッドが構成される。さらにその上部に絶縁層11を介して下部磁気コア6、上部磁気コア7、巻線(図示せず)からなる記録ヘッドが形成されている。前記構成よりなる磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、本発明の請求項2、および4では、磁気抵抗効果素子4の両端に接続されているセンス電流を流すためのリード部5の一方と、下部シールド3または上部シールド6の少なくとも一方との間に抵抗値が10MΩ以上でかつ100MΩ以下の抵抗素子13または14を接続するものである。この方法により前記磁気抵抗効果素子4に静電気が帯電しても、下部シールド3または上部シールド6との間に接続された抵抗素子13、14を通して静電気は放電されるので磁気抵抗効果素子4が絶縁破壊されることを防ぎ、また抵抗素子13、14の抵抗値が充分大きい

ため放電電流の大きさを抑えることができ、従来のこの種薄膜磁気ヘッドで問題になっている磁気抵抗効果素子が磁気的に破壊されるという課題を解決するものである。

(実施例3) 図3は本発明の第3の実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッドをABS面から見た要部正面図である。実施例2と同様な構成よりなる磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、本発明の請求項5では前記磁気抵抗効果素子4の両端に接続されたリード部5と、下部磁気シールド3、上部磁気シールド6の少なくとも一方との間に電気抵抗が10MΩ以上で、かつ1GΩ以下の抵抗素子13、14を接続し、前記上下2つの磁気シールド3および6の間にも電気抵抗が10MΩ以上で、かつ1GΩ以下の抵抗素子15を接続するものである。この方法により、磁気抵抗効果素子4に静電気が帯電しても下部シールド3または上部シールド6との間に接続された抵抗素子13、14を通して静電気は放電される、また、一方の磁気シールドに静電気が帯電しても、抵抗素子15、13あるいは14を通り静電気が他の部分に放電されるので磁気抵抗効果素子4が絶縁破壊されることを防ぎ、また抵抗素子13、14、15の抵抗値が充分大きい

ため放電電流の大きさを抑えることができ、従来のこの種薄膜磁気ヘッドで問題になっている磁気抵抗効果素子が磁気的に破壊されるという課題を解決するものである。

【0007】

【発明の効果】本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、製造過程で、あるいは磁気ディスク上での実使用時に上下磁気シールド、磁気抵抗効果素子あるいはリード部に静電気が帯電しても、磁気抵抗効果素子その他の磁気ヘッドを構成する部材を絶縁破壊することなく、また、突発的な大電流による磁気抵抗効果素子の磁気的な損傷も防止することが可能になる。さらに、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの生産歩留まり向上と信頼性向上が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを示す断面図

【図2】本発明の第2の実施例を示す図

【図3】本発明の第3、第4の実施例を示す図

【図4】本発明の動作を説明するための等価回路図

【図5】磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成例を示す断面図

【図6】GMR素子の構成例を示す顔面図

【図7】静電破壊時の電流波形を示す図

【図8】静電破壊時の電流波形を示す図

【図9】従来の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成例を示す断面図

【図10】従来の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成例を示す図

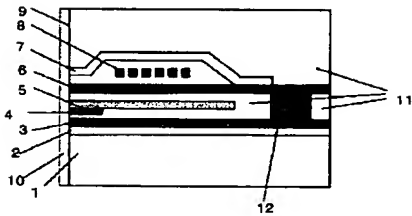
【符号の説明】

- 1、41 基板
- 2、11、42、50 絶縁層
- 3、43、60 下部磁気シールド
- 4、62 磁気抵抗効果素子
- 5、45、63、64 リード部
- 6、46、51、61 上部磁気シールド
- 7、47 上部磁気コア
- 8、48 巻線
- 9、40 ABS面
- 10、49 保護膜
- 12、13、14、15、65 電気抵抗素子

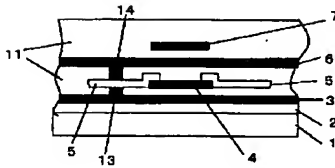
56 ABS面の反対側の面
 57 導電性コーティング層
 71 基板
 72、78 Ta層
 73 反強磁性層

74 ビンド層
 75 導電層
 76、77強磁性層
 79 フリー層

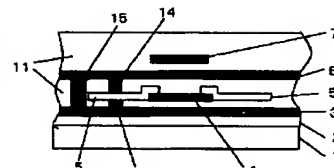
【図1】



【図2】



【図3】

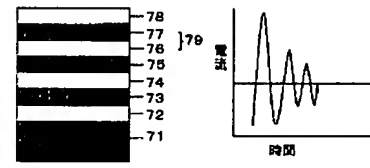
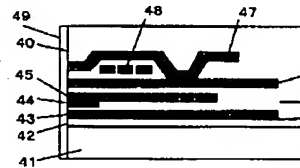
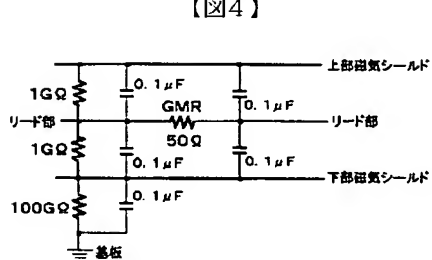


【図5】

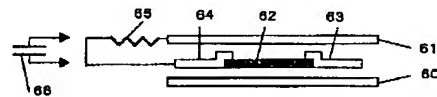
【図6】

【図8】

【図4】



【図10】



【図7】

【図9】

